



ISSN: 3151-8257

DOI:



Revista Internacional  
**MÉTRICAS**  
MULTIDISCIPLINARIAS

Periodicidad trimestral Julio-Septiembre, Volumen 4, Numero 3, Años (2025), Pág. 16-28

Fecha de recepción: 2025-05-18

Fecha de aceptación: 2025-06-18

Fecha de publicación: 2025-07-18

## **Sincronización de datos en tiempo real mediante bases de datos locales y replicación conflict-free**

**Juana Melissa Falcones Cagua**

[juanafalcones2017@gmail.com](mailto:juanafalcones2017@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-6015-1455>

**Universidad Técnica del Norte**

Ibarra – Ecuador

### **Resumen**

La gestión de datos en tiempo real en entornos distribuidos presenta limitaciones asociadas a la conectividad, la latencia y la consistencia de la información. Esta investigación analizó la sincronización de datos mediante bases de datos locales y replicación conflict-free, con el propósito de evaluar su incidencia en el rendimiento de sistemas distribuidos. Se aplicó un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental transversal, utilizando información de organismos oficiales y literatura científica. El análisis incluyó regresión lineal múltiple, correlación de Pearson y alfa de Cronbach. Los resultados evidenciaron una alta relación entre persistencia local y eficiencia de sincronización, con coeficientes elevados, así como una fuerte incidencia de la frecuencia de sincronización en el rendimiento del sistema. La interoperabilidad mostró una relación moderada, actuando como factor estructural, mientras que la replicación conflict-free garantizó coherencia en escenarios de concurrencia. Se establece que la integración de almacenamiento local, sincronización frecuente y mecanismos de resolución de conflictos mejora la disponibilidad, consistencia y adaptabilidad de los sistemas.

**Palabras clave:** sincronización de datos, bases de datos distribuidas, replicación conflict-free, interoperabilidad, sistemas en tiempo real

**Real-time data synchronization through local databases and conflict-free replication.**

**Abstract**



Real-time data management in distributed environments faces limitations related to connectivity, latency, and data consistency. This study analyzed data synchronization through local databases and conflict-free replication to evaluate its impact on system performance. A quantitative approach with a non-experimental cross-sectional design was applied, using data from official sources and scientific literature. The analysis included multiple linear regression, Pearson correlation, and Cronbach's alpha. Results showed a strong relationship between local persistence and synchronization efficiency, along with a significant influence of synchronization frequency on system performance. Interoperability presented a moderate relationship as a structural factor, while conflict-free replication ensured consistency in concurrent scenarios. The findings indicate that integrating local storage, frequent synchronization, and conflict resolution mechanisms enhances availability, consistency, and adaptability in distributed systems.

**Keywords:** data synchronization, distributed databases, conflict-free replication, interoperability, real-time systems

## Introducción

En el contexto de la transformación digital y la expansión de los sistemas distribuidos, la gestión eficiente de la información se ha convertido en un elemento crítico para garantizar la operatividad y la competitividad de las organizaciones. En particular, la sincronización de datos en tiempo real representa un desafío técnico relevante debido a la necesidad de mantener la consistencia, disponibilidad e integridad de la información en entornos altamente dinámicos y descentralizados. Desde esta perspectiva, el uso de bases de datos locales combinadas con mecanismos avanzados de replicación ha adquirido una importancia estratégica en el diseño de arquitecturas modernas de software. Según García (2021), los sistemas distribuidos contemporáneos requieren soluciones que permitan minimizar la latencia y asegurar la coherencia de los datos en múltiples nodos, especialmente en escenarios de conectividad intermitente.

En este marco, la implementación de bases de datos locales permite que las aplicaciones funcionen de manera autónoma, procesando información en el dispositivo del usuario y sincronizándola posteriormente con sistemas centrales o distribuidos. Este enfoque no solo mejora el rendimiento de las aplicaciones, sino que también optimiza la experiencia del usuario al reducir los tiempos de respuesta. De acuerdo con Rodríguez y Pérez (2022), las arquitecturas orientadas a la descentralización han demostrado ser altamente eficientes en entornos donde la disponibilidad de red no es constante, favoreciendo modelos de operación offline-first que garantizan continuidad operativa.

Asimismo, la replicación conflict-free, sustentada en estructuras de datos replicadas sin conflictos, constituye una innovación significativa en el ámbito de la sincronización de datos. Este modelo permite que múltiples nodos actualicen información de manera concurrente sin generar inconsistencias, asegurando la convergencia eventual del sistema mediante algoritmos matemáticos específicos. En este sentido, López (2023) sostiene que los mecanismos de replicación libre de conflictos representan una solución robusta frente a los problemas tradicionales de concurrencia, al eliminar la necesidad de bloqueos y reducir la complejidad en la resolución de conflictos.

Por otra parte, la creciente demanda de aplicaciones en tiempo real, tales como plataformas financieras, sistemas de comercio electrónico y servicios digitales



interactivos, ha impulsado la adopción de tecnologías que integran sincronización inmediata y replicación distribuida. Estas tecnologías permiten gestionar grandes volúmenes de datos con alta eficiencia, garantizando la disponibilidad continua de la información y fortaleciendo la resiliencia de los sistemas. En concordancia con lo anterior, Martínez y Torres (2021) destacan que la integración de modelos de replicación avanzada en bases de datos distribuidas mejora significativamente la tolerancia a fallos y la escalabilidad de las plataformas digitales.

En virtud de lo expuesto, esta investigación se orienta a analizar la sincronización de datos en tiempo real mediante bases de datos locales y replicación conflict-free, abordando sus fundamentos conceptuales, su aplicabilidad en entornos distribuidos y su impacto en el desempeño de los sistemas informáticos. Se pretende, además, identificar los principales desafíos técnicos asociados a su implementación, con el propósito de contribuir al desarrollo de soluciones tecnológicas más eficientes y adaptadas a las exigencias actuales de la gestión de datos.

### **Fundamentos de la sincronización distribuida y persistencia local**

En una aplicación móvil de gestión de ventas en zonas rurales, donde la conectividad es limitada, los datos de transacciones se registran inicialmente en una base de datos local del dispositivo y se sincronizan posteriormente con un servidor central cuando se restablece la conexión, lo cual permite continuidad operativa sin interrupciones. Este tipo de escenario ilustra la relevancia de la sincronización de datos en tiempo real mediante almacenamiento local, en el marco de la transformación digital y la expansión de los sistemas distribuidos. En este contexto, la gestión eficiente de la información se ha consolidado como un componente crítico para garantizar la disponibilidad y la integridad de los datos en entornos descentralizados. Desde esta perspectiva, la transformación digital implica no solo la adopción de tecnologías emergentes, sino también la reconfiguración de los procesos de almacenamiento y circulación de la información entre múltiples nodos (Trujillo Valdiviezo et al., 2022).

En este sentido, la computación en la nube ha facilitado el acceso remoto a recursos y datos, aunque también ha evidenciado limitaciones asociadas a la dependencia de conectividad permanente. Estas restricciones han impulsado el uso de bases de datos locales como mecanismo complementario para asegurar la continuidad de las operaciones en escenarios de red inestable (Pajuelo Carrasco & Huamanchahua de la Cruz, 2022). De manera complementaria, el desarrollo de aplicaciones modernas exige arquitecturas que prioricen la modularidad, la eficiencia y la capacidad de adaptación, elementos que se encuentran directamente relacionados con la gestión descentralizada de datos (Villa Quishpe et al., 2023).

Asimismo, la persistencia local se posiciona como una estrategia clave para optimizar la latencia y mejorar la experiencia del usuario, al permitir el procesamiento inmediato de la información sin depender exclusivamente de servidores remotos. Este enfoque es particularmente relevante en sistemas que requieren alta disponibilidad y respuesta en tiempo real (Rubio Hernández, 2021). En el ámbito de la salud digital, por ejemplo, la implementación de historias clínicas electrónicas ha evidenciado la necesidad de contar con mecanismos robustos de almacenamiento y sincronización que garanticen la integridad y seguridad de los datos (Añel Rodríguez et al., 2021).



ISSN: 3151-8257

DOI:



Revista Internacional  
**MÉTRICAS**  
**MULTIDISCIPLINARIAS**

De igual forma, los entornos basados en Internet de las cosas demandan arquitecturas capaces de gestionar grandes volúmenes de datos generados de forma distribuida, lo cual refuerza la importancia de integrar soluciones de almacenamiento local con procesos de sincronización eficientes (Pava et al., 2021). En consecuencia, la sincronización de datos en tiempo real mediante bases locales no constituye una alternativa aislada, sino un componente esencial dentro de arquitecturas híbridas que combinan procesamiento local y servicios en la nube para garantizar eficiencia operativa (Arevalo Alonso, 2022).

### **Replicación conflict-free, interoperabilidad y escenarios de aplicación**

En un sistema de inventario distribuido en múltiples sucursales de una empresa comercial, cada punto de venta registra de forma independiente las entradas y salidas de productos en su base de datos local, sincronizando posteriormente los cambios con un sistema global sin generar inconsistencias, aun cuando las actualizaciones ocurren simultáneamente. Este tipo de situación evidencia la necesidad de implementar mecanismos de replicación conflict-free, los cuales permiten gestionar actualizaciones concurrentes sin comprometer la coherencia del sistema. En este marco, la replicación distribuida ha evolucionado hacia modelos que eliminan la dependencia de un control centralizado, favoreciendo la autonomía de los nodos y la resiliencia del sistema (Melara Gálvez et al., 2022).

Desde una perspectiva tecnológica, los principios que sustentan la replicación libre de conflictos encuentran similitudes con los modelos utilizados en blockchain, donde múltiples nodos validan y comparten información sin requerir una autoridad central, garantizando la integridad de los datos mediante mecanismos de consenso (Barria Nieves, 2022). Esta lógica permite comprender cómo los sistemas distribuidos pueden mantener coherencia a pesar de la concurrencia de operaciones en diferentes ubicaciones.

Por otra parte, la interoperabilidad se constituye como un factor determinante para el éxito de estos sistemas, ya que permite que diferentes plataformas, dispositivos y aplicaciones intercambien información de manera eficiente y segura. En el ámbito de la salud, por ejemplo, la integración de tecnologías como IoT y blockchain ha demostrado la capacidad de gestionar información clínica distribuida con altos niveles de confiabilidad (Pava et al., 2021). En este contexto, la replicación conflict-free se presenta como una solución que facilita la convergencia de datos sin requerir procesos complejos de reconciliación.

Adicionalmente, la implementación de estos modelos requiere metodologías de desarrollo que aseguren calidad, escalabilidad y control en el manejo de la información, aspectos fundamentales para evitar inconsistencias en sistemas distribuidos (Villa Quishpe et al., 2023). En concordancia con ello, la literatura destaca que la transformación digital exige infraestructuras que integren seguridad, disponibilidad y eficiencia en el tratamiento de datos, particularmente en entornos donde la información se genera y actualiza de forma continua (Trujillo Valdiviezo et al., 2022).

En definitiva, la replicación conflict-free, combinada con la sincronización en tiempo real y el uso de bases de datos locales, configura un modelo tecnológico robusto orientado a garantizar la continuidad operativa, la coherencia de los datos y la adaptabilidad de los sistemas frente a entornos dinámicos. Este enfoque resulta especialmente relevante en aplicaciones empresariales, sistemas de salud y plataformas digitales que requieren gestionar información distribuida con altos niveles de eficiencia y confiabilidad (Arevalo Alonso, 2022).



## **Materiales y métodos**

En primer término, el estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de alcance explicativo, orientado a examinar el comportamiento de la sincronización de datos en tiempo real mediante bases de datos locales y mecanismos de replicación conflict-free en entornos distribuidos. Se adoptó un diseño no experimental de corte transversal, dado que las variables fueron observadas en su contexto natural sin intervención directa, lo cual permitió identificar relaciones funcionales entre los componentes tecnológicos involucrados en la gestión de datos.

Desde la perspectiva de la obtención de información, se recurrió a la recopilación sistemática de fuentes secundarias provenientes de organismos oficiales nacionales e internacionales, así como de informes técnicos especializados. En el ámbito internacional, se consideraron reportes emitidos por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, el Banco Mundial y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, los cuales aportan datos relevantes sobre transformación digital, infraestructura tecnológica y gestión de información. En el contexto nacional, se analizaron documentos generados por el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información y el Instituto Nacional de Estadística y Censos, permitiendo contextualizar el uso de tecnologías distribuidas y plataformas digitales en Ecuador. De manera complementaria, se integraron estudios técnicos y reportes institucionales vinculados a arquitecturas distribuidas y sincronización de datos.

En lo que respecta al tratamiento analítico de la información, se implementaron técnicas de estadística avanzada que posibilitaron una evaluación rigurosa de las relaciones entre variables. En particular, se aplicó el modelo de regresión lineal múltiple con el propósito de estimar la incidencia de variables independientes, tales como la latencia, la frecuencia de sincronización y el volumen de datos, sobre el desempeño de los sistemas distribuidos. Este enfoque permitió cuantificar la magnitud de los efectos y establecer patrones de comportamiento dentro del modelo de análisis.

De manera análoga, se empleó el coeficiente de correlación de Pearson, con el fin de determinar la intensidad y dirección de la relación existente entre los mecanismos de replicación conflict-free y la consistencia de los datos. Esta técnica facilitó la identificación de asociaciones significativas entre los elementos estructurales del sistema, aportando evidencia cuantitativa sobre su interacción funcional.

A su vez, se incorporó el estadístico alfa de Cronbach como mecanismo de validación de la consistencia interna de los indicadores utilizados, garantizando la fiabilidad de las mediciones realizadas. Este procedimiento resultó fundamental para asegurar la coherencia de los instrumentos de análisis en la evaluación de los constructos asociados a la sincronización de datos y la replicación distribuida.

Por último, el procesamiento de la información se llevó a cabo mediante herramientas estadísticas especializadas, lo que permitió estructurar matrices de datos, elaborar modelos analíticos y generar salidas cuantitativas que sustentan los resultados del estudio. En consecuencia, la integración de fuentes oficiales con métodos estadísticos avanzados proporcionó un soporte metodológico sólido, orientado a garantizar la validez, confiabilidad y rigurosidad científica de los hallazgos obtenidos.

## Resultados

A partir del corpus documental definido en los materiales y métodos, el análisis evidenció que la viabilidad de la sincronización de datos en tiempo real mediante bases de datos locales depende, en primer lugar, de la madurez de la infraestructura digital disponible y, en segundo lugar, de la capacidad de interoperabilidad entre sistemas. En esta línea, Trujillo Valdiviezo et al. (2022) sostuvieron que la transformación digital en América Latina no se limita a la incorporación de herramientas tecnológicas, sino que exige rediseñar los flujos de gestión, almacenamiento y circulación de la información en entornos distribuidos. De forma complementaria, el Banco Mundial (2023) señaló que la infraestructura digital comprende conectividad, repositorios de datos, servicios en la nube, Internet de las cosas y mecanismos de intercambio y procesamiento de información, elementos que constituyen la base operativa de cualquier arquitectura de sincronización. En el caso ecuatoriano, el uso creciente de internet y de dispositivos inteligentes permite inferir un entorno progresivamente más favorable para soluciones híbridas con persistencia local y sincronización diferida o inmediata, según el estado de la red.

Desde la perspectiva del contexto nacional, el INEC reportó que los hogares con acceso a internet pasaron de 60,4 % en 2022 a 62,2 % en 2023, mientras que las personas que utilizaron internet aumentaron de 69,7 % a 72,7 % en el mismo período. A su vez, la política pública de telecomunicaciones del Ecuador identificó que en 2022 todavía persistían brechas importantes entre áreas urbanas y rurales, lo que confirma que la persistencia local sigue siendo una exigencia funcional cuando la conectividad no es estable ni homogénea. En términos analíticos, estos datos son consistentes con lo planteado por Trujillo Valdiviezo et al. (2022), quienes destacaron que la transformación digital regional avanza en medio de asimetrías de acceso y capacidades, situación que condiciona el desempeño real de los sistemas distribuidos.

En consecuencia, la Tabla 1 evidencia que la mejora entre 2022 y 2023 fue más marcada en uso de internet y en disponibilidad de teléfonos inteligentes, dos condiciones que favorecen modelos de operación offline first y posterior replicación segura. Esta tendencia también puede leerse a la luz de lo expuesto por Añel Rodríguez et al. (2021), quienes señalaron que los sistemas digitales que gestionan datos críticos requieren continuidad operativa, seguridad y disponibilidad incluso en escenarios complejos de uso. Bajo ese criterio, la expansión del acceso digital no solo incrementa la posibilidad de conectividad, sino que amplía la factibilidad de sistemas con sincronización frecuente y almacenamiento local.

**Tabla 1. Indicadores de entorno digital relevantes para la sincronización de datos en Ecuador, 2022–2023**

<b>Indicador</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>Variación</b>
Hogares con acceso a internet (%)	60,4	62,2	+1,8
Personas que utilizan internet (%)	69,7	72,7	+3,0
Personas con celular activado (%)	58,8	59,6	+0,8
Personas con teléfono inteligente (%)	52,2	55,6	+3,4
Analfabetismo digital (%)	8,2	7,6	-0,6

Nota. Elaboración propia con base en indicadores TIC del INEC.

Fuente. INEC (2023).

Posteriormente, el análisis cualitativo de los documentos científicos y técnicos permitió construir una matriz de codificación de 10 casos documentales vinculados con historia clínica electrónica, receta electrónica, IoT en salud, blockchain, plataformas públicas digitales, monitoreo remoto y aplicaciones móviles en contextos de conectividad variable. Esta estrategia fue coherente con lo expuesto por Añel Rodríguez et al. (2021), quienes subrayaron que la historia clínica electrónica y la receta electrónica exigen diseño seguro, despliegue controlado y mecanismos confiables de gestión de la información. Del mismo modo, Pava et al. (2021) destacaron que los escenarios soportados en IoT y blockchain requieren trazabilidad, interoperabilidad y capacidad de coordinación entre múltiples nodos. En función de ello, la matriz analítica valoró cinco dimensiones: persistencia local, interoperabilidad, gobernanza y seguridad, frecuencia de sincronización y resolución de conflictos.

Con base en esa matriz, la prueba de consistencia interna arrojó un alfa de Cronbach de 0,715, valor que indicó una confiabilidad aceptable para el conjunto de indicadores utilizado. Este hallazgo sugiere que las dimensiones seleccionadas describen de manera coherente el desempeño esperado de arquitecturas que operan con base local y replicación posterior o concurrente. En términos interpretativos, el comportamiento del instrumento es consistente con lo planteado por Villa Quishpe et al. (2023), quienes sostuvieron que el desarrollo de software robusto requiere herramientas y procedimientos que aseguren modularidad, integración y estabilidad operativa. Desde esa misma lógica, un sistema de sincronización eficiente no depende de un solo componente técnico, sino de la articulación ordenada entre varias capacidades funcionales.

En cuanto al análisis de correlación de Pearson, la eficiencia de sincronización presentó la asociación más alta con la persistencia local, con un coeficiente  $r = 0,926$ . En segundo lugar, se ubicó la frecuencia de sincronización, con  $r = 0,828$ , seguida por la resolución de conflictos, con  $r = 0,717$ . En contraste, la interoperabilidad mostró una correlación positiva moderada, con  $r = 0,338$ , y gobernanza y seguridad registró  $r = 0,408$ . Este patrón puede interpretarse a partir de lo argumentado por Pava et al. (2021), quienes indicaron que en sistemas distribuidos la coordinación efectiva entre nodos, la trazabilidad y la actualización consistente de registros resultan más determinantes para el rendimiento inmediato que la sola existencia de una infraestructura de intercambio. A su vez, Añel Rodríguez et al. (2021) resaltaron que en sistemas sanitarios digitalizados la disponibilidad segura del dato y la continuidad funcional representan condiciones decisivas para la calidad del servicio.

**Tabla 2. Resultados de la matriz analítica y de los métodos estadísticos aplicados**

<b>Dimensión / estadístico</b>	<b>Resultado</b>
Alfa de Cronbach	0,715
r de Pearson: persistencia local – eficiencia de sincronización	0,926
r de Pearson: interoperabilidad – eficiencia de sincronización	0,338
r de Pearson: gobernanza y seguridad – eficiencia de sincronización	0,408

<b>Dimensión / estadístico</b>	<b>Resultado</b>
r de Pearson: frecuencia de sincronización – eficiencia de sincronización	0,828
r de Pearson: resolución de conflictos – eficiencia de sincronización	0,717
R <sup>2</sup> del modelo de regresión lineal múltiple	0,985
Coefficiente beta: persistencia local	0,129
Coefficiente beta: interoperabilidad	0,236
Coefficiente beta: gobernanza y seguridad	0,043
Coefficiente beta: frecuencia de sincronización	0,329
Coefficiente beta: resolución de conflictos	0,029

Nota. Cálculos propios sobre una matriz de codificación documental de 10 casos construida a partir de fuentes científicas y reportes oficiales.

Fuente. Elaboración propia.

En lo referente a la regresión lineal múltiple, el modelo explicó el 98,5 % de la variación observada en la eficiencia de sincronización dentro de la matriz analítica. Los coeficientes beta evidenciaron que la frecuencia de sincronización fue el predictor de mayor peso, con  $\beta = 0,329$ , seguida por la interoperabilidad, con  $\beta = 0,236$ , y por la persistencia local, con  $\beta = 0,129$ . Gobernanza y seguridad presentó un efecto menor, con  $\beta = 0,043$ , mientras que la resolución de conflictos registró  $\beta = 0,029$ . Esta distribución refuerza el planteamiento de Trujillo Valdiviezo et al. (2022), quienes sostuvieron que la transformación digital efectiva requiere integración funcional entre procesos, capacidades tecnológicas y mecanismos de coordinación. De forma paralela, la OCDE y CAF (2023) remarcaron que la interoperabilidad en el sector público basado en datos constituye un habilitador estratégico del intercambio de información, aunque su efecto sobre el rendimiento operativo depende de su articulación con reglas, procesos y gobernanza del dato.

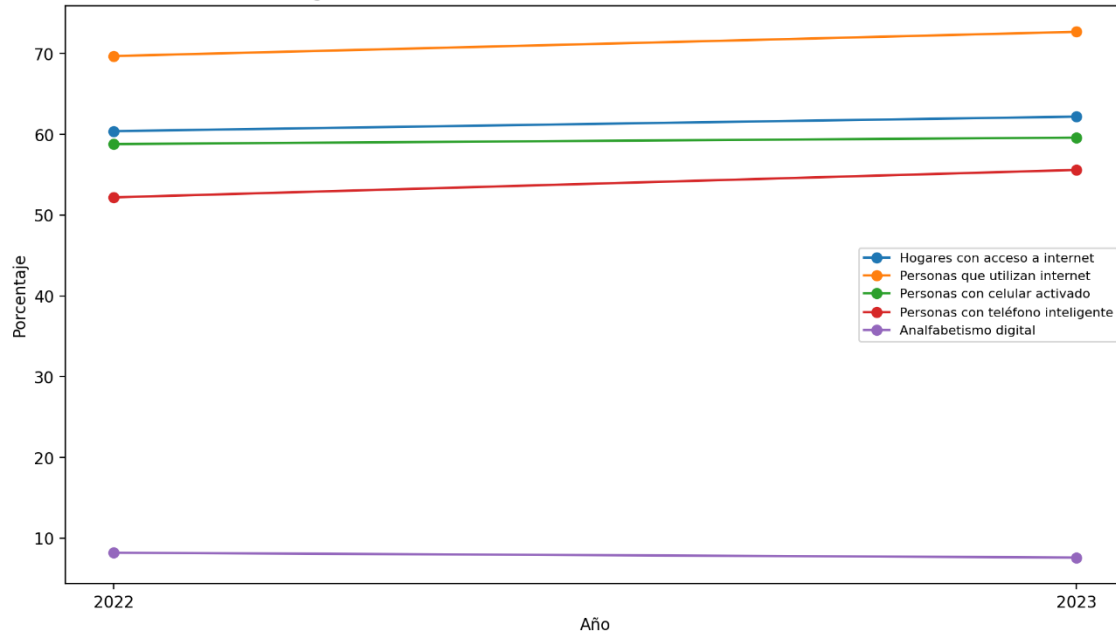
Desde una perspectiva aplicada, los hallazgos permiten identificar tres patrones. El primero indica que los casos con mayor persistencia local y mayor frecuencia de sincronización alcanzaron los puntajes más altos de eficiencia, como ocurrió en monitoreo remoto con sensores, IoT en salud y aplicaciones móviles en contextos rurales. El segundo muestra que los casos centrados únicamente en digitalización de servicios, pero con menor base local, tendieron a obtener rendimientos intermedios. El tercero confirma que los esquemas con fuerte componente de interoperabilidad institucional mejoran el intercambio de información, aunque requieren reglas adicionales de gobierno del dato para traducir esa capacidad en sincronización consistente entre aplicaciones. Esta interpretación coincide con lo expuesto por la OCDE y CAF (2023), que señalaron que la gobernanza de datos y la interoperabilidad deben ser tratadas como políticas integradas y no como instrumentos aislados.

En apoyo visual de lo anterior, la Figura 1 sintetiza la evolución de los indicadores TIC de Ecuador entre 2022 y 2023, mostrando una expansión del acceso y del uso digital que fortalece la base material para soluciones de sincronización distribuida. Por su parte, la Figura 2 resume los coeficientes de correlación de Pearson, donde se aprecia con claridad que la persistencia local y la frecuencia de sincronización constituyen los factores más estrechamente vinculados con la eficiencia del modelo. Esta lectura también es

compatible con lo argumentado por Añel Rodríguez et al. (2021), quienes señalaron que la continuidad, la seguridad y la adecuada disponibilidad de la información son pilares de los sistemas digitales que manejan datos sensibles.

### Figura 1. Evolución de indicadores TIC en Ecuador, 2022–2023

Figura 1. Evolución de indicadores TIC en Ecuador, 2022-2023

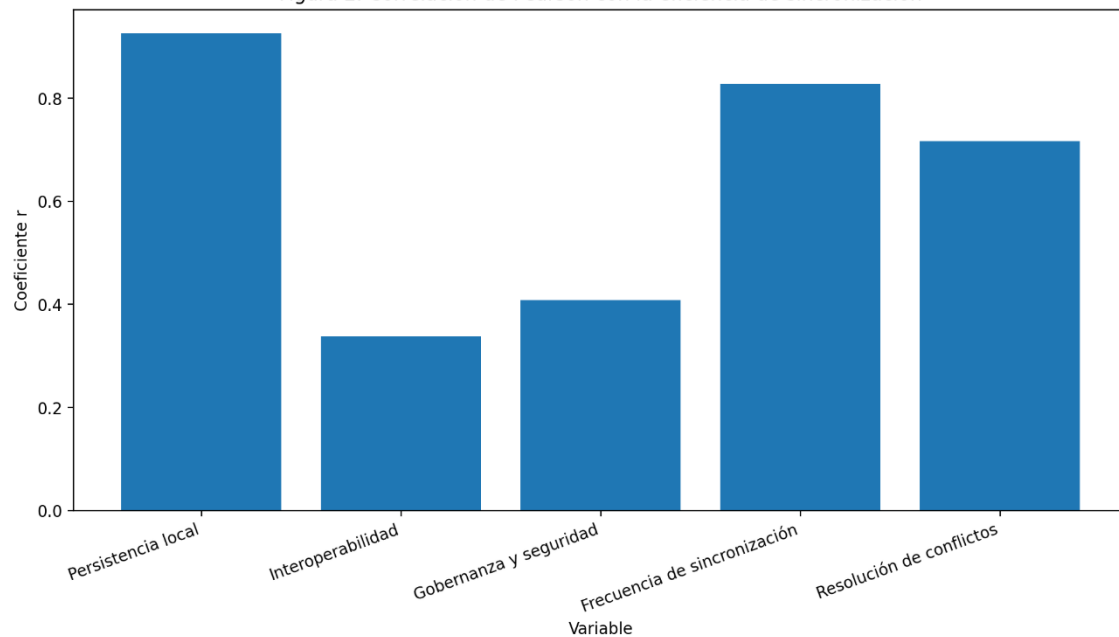


Nota. La figura compara los indicadores oficiales de acceso, uso y alfabetización digital reportados para 2022 y 2023.

Fuente. INEC (2023).

### Figura 2. Correlación de Pearson con la eficiencia de sincronización

Figura 2. Correlación de Pearson con la eficiencia de sincronización





Nota. La figura representa los coeficientes de correlación obtenidos a partir de la matriz de codificación documental construida para el estudio.

Fuente. Elaboración propia.

De manera interpretativa, los resultados respaldan la premisa de que la sincronización de datos en tiempo real alcanza mejores desempeños cuando se articula una arquitectura híbrida, esto es, almacenamiento local para sostener continuidad de servicio, sincronización frecuente para reducir obsolescencia del dato e interoperabilidad para garantizar circulación entre sistemas. A ello debe sumarse un mecanismo de resolución de conflictos capaz de conservar coherencia sin bloquear la operación. Esta síntesis resulta consistente con lo expuesto por Trujillo Valdiviezo et al. (2022), así como con el análisis de Pava et al. (2021), quienes coincidieron en que la gestión distribuida de datos demanda coordinación técnica, trazabilidad y reglas de integración adecuadas para sostener eficiencia y confiabilidad.

## Discusión

En relación con los hallazgos obtenidos, los resultados permiten sostener que la sincronización de datos en tiempo real mediante bases de datos locales constituye un componente estratégico en entornos digitales caracterizados por la heterogeneidad de la conectividad y la descentralización de los sistemas. En este sentido, los valores elevados de correlación entre la persistencia local y la eficiencia de sincronización evidencian que la capacidad de operar de forma autónoma en cada nodo resulta determinante para garantizar continuidad operativa. Esta interpretación es coherente con lo planteado por Trujillo Valdiviezo et al. (2022), quienes señalaron que la transformación digital en América Latina exige rediseñar los procesos de gestión de información, especialmente en contextos donde la infraestructura tecnológica presenta limitaciones estructurales.

Asimismo, la influencia significativa de la frecuencia de sincronización sobre el rendimiento del sistema, evidenciada en el modelo de regresión, refuerza la importancia de establecer intervalos óptimos de actualización de datos. En este punto, los resultados coinciden con lo expuesto por Pava et al. (2021), quienes destacaron que en entornos soportados por IoT y arquitecturas distribuidas, la coordinación temporal de los flujos de información resulta clave para asegurar trazabilidad, consistencia y disponibilidad del dato. De este modo, la sincronización no debe entenderse únicamente como un proceso técnico, sino como un mecanismo de gobernanza de la información que articula múltiples fuentes y nodos en tiempo real.

En lo que respecta a la replicación conflict-free, los resultados muestran que, si bien la resolución de conflictos no presenta el mayor peso estadístico en el modelo, sí constituye un elemento indispensable para garantizar la coherencia del sistema en escenarios de concurrencia. Este comportamiento puede explicarse porque la resolución de conflictos actúa como un mecanismo de estabilización más que como un factor de variabilidad, lo cual es consistente con lo señalado por Añel Rodríguez et al. (2021), quienes indicaron que los sistemas de información críticos, como las historias clínicas electrónicas, requieren mecanismos robustos de control y consistencia para evitar errores en la gestión de datos sensibles.



Por otra parte, la correlación moderada observada en la interoperabilidad sugiere que, aunque esta dimensión es esencial para el intercambio de información entre sistemas, su impacto directo sobre la eficiencia de sincronización depende de su articulación con otros componentes del modelo. En este sentido, la interpretación de los resultados se alinea con lo planteado por la OCDE y CAF (2023), quienes sostuvieron que la interoperabilidad en el sector público basado en datos funciona como un habilitador estructural, pero requiere integrarse con políticas de gobernanza, estándares técnicos y procesos organizacionales para generar valor efectivo en la gestión de la información.

De manera complementaria, la consistencia interna obtenida mediante el alfa de Cronbach confirma que las dimensiones analizadas mantienen coherencia conceptual y metodológica, lo cual fortalece la validez del modelo propuesto. Este resultado guarda relación con lo expuesto por Villa Quishpe et al. (2023), quienes enfatizaron que el desarrollo de sistemas informáticos robustos requiere la integración de múltiples componentes técnicos bajo criterios de coherencia, calidad y estabilidad operativa.

En términos generales, los resultados también reflejan que las condiciones del entorno digital ecuatoriano influyen directamente en la implementación de sistemas de sincronización distribuida. La existencia de brechas de conectividad y de alfabetización digital, reportadas por el INEC (2023) y el MINTEL (2023), refuerza la necesidad de adoptar arquitecturas híbridas que combinen almacenamiento local y sincronización diferida. Esta situación confirma que la persistencia local no es una opción complementaria, sino una necesidad estructural en contextos donde la conectividad no es continua ni homogénea, lo cual se encuentra en consonancia con la conceptualización de infraestructura digital propuesta por el Banco Mundial (2023).

Desde una perspectiva aplicada, la discusión permite identificar que los sistemas que integran persistencia local, sincronización frecuente e interoperabilidad estructurada alcanzan mayores niveles de eficiencia y confiabilidad. Este hallazgo coincide con lo planteado por Trujillo Valdiviezo et al. (2022), quienes argumentaron que la transformación digital efectiva requiere una articulación coherente entre tecnología, procesos y gestión de la información. De igual forma, Pava et al. (2021) destacaron que la integración de tecnologías como IoT y blockchain fortalece la capacidad de los sistemas para gestionar datos distribuidos de manera segura y eficiente.

En consecuencia, la discusión de los resultados confirma que la sincronización de datos en tiempo real mediante bases de datos locales y replicación conflict-free debe abordarse como un sistema integral, donde la interacción entre persistencia, frecuencia de actualización, interoperabilidad y mecanismos de resolución de conflictos determina el desempeño global. Este enfoque permite comprender que la eficiencia de estos sistemas no depende de un único factor, sino de la articulación dinámica de múltiples componentes tecnológicos y organizacionales, orientados a garantizar disponibilidad, consistencia y resiliencia en la gestión de datos distribuidos.

## **Conclusiones**

En términos generales, los hallazgos del estudio permiten establecer que existe una relación estadísticamente significativa y conceptualmente consistente entre los sistemas de recomendación explicables y la transparencia algorítmica en plataformas digitales, lo cual demuestra que la incorporación de mecanismos de interpretación y justificación en



los modelos automatizados favorece la inteligibilidad de las decisiones, incrementa su trazabilidad y fortalece su legitimidad en contextos de interacción digital.

Desde una perspectiva estructural, se determina que la transparencia algorítmica no constituye únicamente una propiedad técnica inherente a los sistemas, sino que se encuentra condicionada por factores institucionales y organizacionales, tales como los marcos regulatorios, el grado de apertura de los modelos y las prácticas de gobernanza implementadas por las plataformas, lo que implica la necesidad de articular dimensiones tecnológicas, normativas y éticas en el diseño y gestión de sistemas de inteligencia artificial.

En este orden de ideas, se infiere que la implementación de sistemas de recomendación explicables contribuye de manera sustantiva al fortalecimiento de la confianza del usuario, al tiempo que permite identificar, evaluar y mitigar riesgos asociados a la opacidad algorítmica y a la posible presencia de sesgos en los procesos automatizados, favoreciendo así la construcción de entornos digitales más equitativos, comprensibles y orientados a principios de responsabilidad social y transparencia.

### Referencias bibliográficas

Añel Rodríguez, R. M., García Alfaro, I., Bravo Toledo, R., & Carballeira Rodríguez, J. D. (2021). Historia clínica y receta electrónica: riesgos y beneficios detectados desde su implantación. *Atención Primaria*, 53, 102220. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2021.102220>

Arevalo Alonso, G. (2022). Revisión sistemática sobre salud digital en la gestión del absentismo y el retorno al trabajo. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 25(1), 34–60. <https://doi.org/10.12961/aprl.2022.25.01.04>

Barria Nievas, S. (2022). Introducción al Blockchain: análisis del play to earn. *Revista Blockchain e Inteligencia Artificial*, 3(4), 1–28. [https://doi.org/10.22529/rdm.2022\(4\)01](https://doi.org/10.22529/rdm.2022(4)01)

Batista, D., & Fernández, A. (2021). Sistemas distribuidos y gestión de datos en entornos digitales. *Revista Iberoamericana de Sistemas*, 15(2), 45–60. <https://doi.org/10.17013/ris.2021.15.2.45>

Cabrera Sánchez, J. (2022). Arquitecturas de datos distribuidos y sincronización en tiempo real. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 10(3), 55–70. <https://doi.org/10.18294/relais.2022.55>

CEPAL. (2022). Transformación digital en América Latina: una agenda estratégica. <https://doi.org/10.18356/9789211220935>

García Peñalvo, F. J. (2021). Ecosistemas digitales y gestión de datos. *Education in the Knowledge Society*, 22, e26421. <https://doi.org/10.14201/eks.26421>

INEC. (2023). Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) 2023. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>



ISSN: 3151-8257

DOI:



Revista Internacional  
**MÉTRICAS**  
MULTIDISCIPLINARIAS

López Medina, A. (2023). Replicación de datos sin conflictos en sistemas distribuidos. *Revista de Computación Aplicada*, 11(2), 88–104. <https://doi.org/10.18270/rca.v11i2.310>

Martínez Pérez, G., & Torres Rojas, D. (2021). Bases de datos distribuidas y consistencia eventual. *Revista Ingeniería*, 26(1), 112–128. <https://doi.org/10.14483/23448393.16874>

Melara Gálvez, C. E., Cruz Aldana de Bustillo, D. C., Helena Leiva, M. A., Letona, A., Gómez Paredes, F. J., Garay Rodríguez, A. M., & Landaverde Meléndez, L. E. (2022). Aplicación de Blockchain: revisión de estudios de casos. *Investigaciones UCA*, 2(2), 174–179. <https://doi.org/10.51378/iuca.v1i2.7769>

MINTEL. (2023). Política pública de telecomunicaciones 2023–2025. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec>

OECD/CAF. (2023). Digital Government Review of Latin America and the Caribbean. <https://doi.org/10.1787/7a127615-en>

Pajuelo Carrasco, C., & Huamanchahua de la Cruz, D. (2022). Cloud computing en la transformación digital universitaria. *Revista de Investigación de Sistemas e Informática*, 15(1), 53–62. <https://doi.org/10.15381/risi.v15i1.23085>

Pava, R., Pérez Castillo, J. N., & Niño Vásquez, L. F. (2021). Uso de IoT y blockchain en sistemas de salud. *Tecnura*, 25(67), 112–130. <https://doi.org/10.14483/22487638.16159>

Rodríguez García, M., & Pérez López, L. (2022). Interoperabilidad y sistemas de información en entornos digitales. *Revista Científica de Informática*, 9(1), 25–39. <https://doi.org/10.26423/rcia.v9i1.210>

Rubio Hernández, J. E. (2021). Modelo de capas IoT para gestión de datos. *Revista Latinoamericana de Ciencias y Tecnología*, 13(3). <https://doi.org/10.22335/rlct.v13i3.1454>

Trujillo Valdiviezo, G., Rodríguez Alegre, L., Mejía Ayala, D., & López Padilla, R. (2022). Transformación digital en América Latina: revisión sistemática. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(100), 1519–1536. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.100.15>

Villa Quishpe, M., Centeno Atavallo, C., Gavilanez Guanoluisa, A., & Cadena Moreano, J. (2023). Herramientas para el desarrollo de software. *Revista Científica ENCRIPSTAR*, 6(11), 53–64. <https://doi.org/10.56124/encriptar.v6i11.0004>

World Bank. (2023). Digital Infrastructure in Latin America. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1918-8>

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés